PUC-RIO – CB-CTC

G3 – Gabarito - FIS1061 - FÍSICA MODERNA – 29-11-2013 – Turma: 33-A

Nome Legível:____

Assinatura:_________________________________Matrícula: _________________

AS RESPOSTAS PRECISAM SER JUSTIFICADAS A PARTIR DE LEIS FÍSICAS E CÁLCULOS EXPLÍCITOS.

Não é permitido destacar folhas da prova. A prova só poderá ser feita a lápis, caneta azul ou preta.

Questão	Valor	Grau	Revisão
1ª	3,0		
2ª	2,5		
3ª	2,7		
4ª	1,8		
TOTAL	10,0		

<u>Formulário:</u> $c = 2{,}99792458\ x\ 10^8 m/s$; $h = 6{,}626\ x\ 10^{-34} J.s = 4{,}14x10^{-15} eV.s$;

$hc = 1240\ eV.nm$; $q_e = 1{,}6\ x\ 10^{-19}C$; $m_e = 9{,}11\ x\ 10^{-31}Kg$; $1eV = 1{,}6x10^{-19}\ J$;

$m_p = 1{,}672x10^{-27}kg = 0{,}93827\ GeV/c^2$; $k_E = 9{,}0\ x\ 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$; $E_{fóton} = h.f$; $c = \lambda.f$;

$\Delta t = \gamma \Delta t_0$; $L = \frac{L_0}{\gamma}$; $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$; $\beta^2 = \left(\frac{v}{c}\right)^2$; $u = \frac{u'+v}{1+\frac{v}{c^2}.u'}$; $u' = \frac{u-v}{1-\frac{v}{c^2}.u}$.

Direta: $x' = \gamma(x - v.t)$; $t' = \gamma(t - \frac{v}{c^2}.x)$; *Inversa:* $x = \gamma(x' + v.t')$; $t = \gamma(t' + \frac{v}{c^2}.x')$;

$\vec{p} = \gamma m \vec{u}$; $E_0 = mc^2$; $E = \gamma mc^2$; $E = K + mc^2$; $E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$; $\vec{p} = \frac{E}{c^2}\vec{u}$; $\frac{u}{c} = \frac{pc}{E}$;

$m_e c^2 = 0{,}511\ MeV$; $m_p c^2 = 0{,}93828\ GeV$; $m_n c^2 = 0{,}93957\ GeV$; $W = K_f - K_i$;

$p_{fóton} = \frac{h}{\lambda}$; $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - cos\theta)$; $\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 0{,}00243\ nm = 0{,}0243\ Å = 2{,}43\ pm$;

$\lambda_{máx} T = 0{,}002898\ m.K$; $I(T) = \sigma T^4$;

$r_n = n^2.a_B$; $1Å = 10^{-10}m$; $a_B = \frac{\hbar^2}{m_e k_E q_e^2} = 0{,}529\ Å$; $R_H = \frac{m_e {k_E}^2 {q_e}^4}{4\pi c \hbar^3} = 1{,}097x10^7\ m^{-1}$;

$E_n = -\frac{m_e {k_E}^2 {q_e}^4}{2\hbar^2}\left(\frac{1}{n^2}\right) = -\frac{13{,}6}{n^2} eV$ para *n=1, 2, 3, ...*; $\frac{1}{\lambda} = \frac{E_i - E_f}{hc} = R_H\left(\frac{1}{{n_f}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)$; $\hbar = \frac{h}{2\pi}$.

FIM

PUC-RIO – CB-CTC
G3 – GABARITO – FIS1061 - FÍSICA MODERNA – 26-06-2013 – Turma: 33-A

Nome Legível:____

Assinatura:_________________________________Matrícula: ________________

1ª QUESTÃO (3,0):
Parte I: (a) (1,0) Um nêutron de 0,05 GeV tem energia cinética maior, menor ou igual à energia total de um elétron de 0,05 GeV? Justifique.
RESP: $K_n = 0{,}05\ GeV \rightarrow E_e = K_e + m_e c^2 = 0{,}05\ GeV + 0{,}511\ MeV \rightarrow$

$E_e = 0{,}05\ GeV + 0{,}000511\ GeV = 0{,}50511\ GeV \rightarrow$ *A energia total de um elétron de 0,05 GeV é maior que a energia cinética de um nêutron de 0,05 GeV.*

Parte II: O momento linear de um próton é 2,5 GeV/c .
(b) (1,0) Calcule a energia total desse próton em GeV.
RESP: : $(p_e c)^2 = {E_p}^2 - (m_e c^2)^2 \rightarrow (2{,}5\ GeV)^2 = (E_p)^2 - (0{,}938\ GeV)^2 \rightarrow$

$(E_p)^2 = (2{,}5\ GeV)^2 + (0{,}938\ GeV)^2 = (2{,}67\ GeV)^2 \rightarrow E_p = 2{,}67\ GeV$

Parte III: A energia total de um próton é 2,0 GeV.
(c) (1,0) Calcule e energia cinética (K_e) em GeV e a velocidade (u) desse próton em função de c. A energia de repouso do próton é 0,938 GeV.
RESP: $E_p = K_p + m_p c^2 \rightarrow K_p = E_p - m_p c^2 = 2{,}0\ GeV - 0{,}938\ GeV \rightarrow K_p = 1{,}062\ GeV$

$E_p = \gamma m_p c^2 \rightarrow \gamma = \frac{E_p}{m_p c^2} = \frac{2\ GeV}{0{,}938\ GeV} = 2{,}1321962.\ Mas\ \ \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \rightarrow \beta^2 = 1 - \frac{1}{\gamma^2} \rightarrow$

$\beta^2 = 1 - 0{,}219961 = 0{,}78 \rightarrow u \cong 0{,}8832\ c$

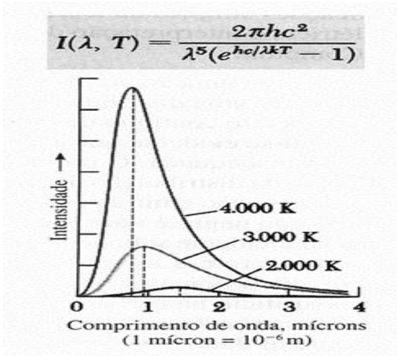
2ª QUESTÃO (2,5):
Parte I: Considere o uso da lei de Wien (T.$\lambda_{máx}$ = constante) válido aproximadamente para a superfície do asfalto de uma estrada. Admita a temperatura da superfície 57º C.
(a) (1,0) Determine o comprimento de onda dessa radiação. Diga se está na faixa do visível (400 nm a 700 nm) .
RESP: $\lambda_{máx} T = 0{,}002898\ m.K \rightarrow T_K = T_C + 273 = 57 + 273 = 330\ K \rightarrow$

$\lambda_{máx} = \frac{0{,}002898}{T} = \frac{0{,}002898}{330} \rightarrow \lambda_{máx} = 87{,}816x10^{-7} m = 8781\ nm. \rightarrow$ *Fora da faixa visível!*

Parte II: De acordo com a hipótese de Planck para a radiação do corpo negro, a energia média < E > de um oscilador é dada pela expressão $< E > = \frac{nhf}{(e^x - 1)}$, onde $x = \frac{nhf}{kT}$, para n = 1, 2, 3, 4, ...
(b) (1,0) Determine o valor dessa energia média < E > em termos de kT para um oscilador que oscile no estado fundamental (n = 1) com uma frequência $f = \frac{kT}{h}$.

RESP: $< E > = \frac{nhf}{(e^x-1)}$, *com n = 1*, $x = \frac{1.h.(\frac{kT}{h})}{kT} = 1$ → $< E > = \frac{1.h.\frac{kT}{h}}{(e^1-1)} = 0{,}582\ kT$

(c) (0,5) Observe as curvas de Planck da radiação de corpo negro na figura ao lado. Compare-as. Se a temperatura de emissão de radiação aumenta, diga o que ocorre com o comprimento de onda emitido quando a intensidade é máxima.



RESP: *Do gráfico se vê que a radiação emitida possui intensidade máxima com* $\lambda = 1{,}5\ \mu m$ *para T = 2000 K. Em outra curva temos* $\lambda \cong 0{,}8\ \mu m$ *para T = 4000 K. Isso significa que* ***conforme a temperatura aumenta, o comprimento de onda diminui****, para as intensidades máximas.*

3ª QUESTÃO (2,7) <u>**Parte I:**</u> Um feixe de raios gama com fótons de energia 0,850 MeV incide sobre um alvo, sendo espalhado em várias direções por elétrons quase livres do alvo, no Efeito Compton.

(a) (0,7) Calcule o comprimento de onda dos raios gama incidentes.

RESP: $E = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{E} = \frac{1240\ eV.nm}{0{,}850x10^6\ eV} \rightarrow \lambda_0 = 1{,}4588x10^{-3}nm = 0{,}014588\ Å$

(b) (1,0) Determine o comprimento de onda dos raios gama espalhados a 60º em relação à direção do feixe incidente.

RESP: $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - cos\theta) = 0{,}0243\ Å.(1 - cos60°) = 0{,}01215\ Å,$

pois $\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 0{,}00243\ nm = 0{,}0243\ Å$. *Então* $\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 0{,}014588\ Å + 0{,}01215\ Å$

$\rightarrow \lambda = 0{,}026738\ Å = 2{,}6738\ x10^{-3}\ nm.$

(c) (1,0) Obtenha a energia dos elétrons espalhados quando os fótons são espalhados a 90º. RESP: *Conservação da Energia na colisão fóton-elétron:* $hf_0 + m_e c^2 = hf + E_e$ →

$$E_e = hf_0 - hf + m_e c^2 = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda} + m_e c^2 = hc\left(\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda\lambda_0}\right) + m_e c^2 = hc.\frac{\Delta\lambda}{\lambda\lambda_0} + mc^2 \rightarrow$$

Para fótons espalhados a 90º, temos: $\Delta\lambda = \lambda_C(1 - cos90º) = 0{,}0243\ Å.$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 0{,}014588\ Å + 0{,}0243\ Å = 0{,}03889\ Å \rightarrow$$

$$E_e = 12400\ eV.Å\frac{0{,}0243Å}{0{,}03889\ Åx0{,}014588\ Å} + 0{,}511\ MeV = 0{,}0124\ MeVx42{,}8346 + 0{,}511\ MeV$$

$$E_e = 0{,}5311493\ MeV + 0{,}511\ MeV \rightarrow E_e = 1{,}042\ MeV$$

4ª QUESTÃO (1,8)

<u>**Parte I:**</u> A série de Brackett para o Hidrogênio corresponde a transições eletrônicas que terminam no estado de número quântico n = 4.

(d) (1,0) Determine o comprimento de onda do fóton de maior comprimento de onda emitido e diga se está na faixa visível. Sugestão: a transição eletrônica deve provir do número quântico mais próximo acima.

RESP: $\frac{1}{\lambda} = \frac{E_i - E_f}{hc} = R_H\left(\frac{1}{{n_f}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right) = 1{,}097x10^7 x\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}\right) = 1{,}097x10^7 x(0{,}0625 - 0{,}04)$

$\frac{1}{\lambda} = 0{,}024683x10^7$ → $\lambda = 40{,}515x10^{-7}m = 4051{,}5\ nm$. → *Não está na faixa visível.*

(e) (0,8) Obtenha a energia desse estado inicial (E_i) em eV.

RESP: $E_4 = -\frac{E_0}{{n_i}^2} = -\frac{13{,}6\ eV}{5^2}$ → $E = -0{,}544\ eV$.

FIM